

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Bei einer Solarzelle mit sogenannten "buried contacts" in Ausnehmungen (7) auf einer ersten Oberflächenseite (2) ist vorgesehen, an einer Randseite (4) eine Metallschicht (12) auszubilden, die sich bis in einen Randbereich (9) einer der ersten Oberflächenseite (2) gegenüberliegenden zweiten Oberflächenseite (3) erstreckt und dort als erste Elektrode (14) dient. Weiterhin ist auf der zweiten Oberflächenseite (3) eine elektrisch von der ersten Elektrode (14) getrennte zweite Elektrode (15) ausgebildet, so dass eine rückseitige Kontaktierung der Solarzelle geschaffen ist.

Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle  
und  
Solarzelle

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle.

10 Die Erfindung betrifft weiterhin eine Solarzelle mit einem halbleitenden dotierten Substrat, das eine erste Oberflächenseite, eine der ersten Oberflächenseite gegenüberliegende zweite Oberflächenseite und eine Randseite aufweist, wobei auf der ersten Oberflächenseite eine Emitterschicht aufgebracht ist sowie eine Anzahl von mit Metall als Stromleiter gefüllte Aus-

15 nehmungen eingebracht sind, wobei die Stromleiter mit einer ersten Elektrode kontaktiert sind, und wobei auf der zweiten Oberflächenseite als zweite Elektrode eine Metallschicht aufgebracht ist.

20 Aus US-A-4,726,850 sind ein Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle sowie eine Solarzelle mit sogenannten „buried contacts“, bekannt. Unter „buried contacts“ versteht man üblicherweise als vertiefte beziehungsweise vergrabene Kontakte ausgebildete elektrische Leiter, die auf einer ersten Oberflächenseite einer Solarzelle in Ausnehmungen eingebracht sind, wobei

25 die Tiefe der Ausnehmungen erheblich größer als deren Breite ist. Gemäß diesem Dokument ausgeführte Solarzellen werden üblicherweise auf der ersten Oberflächenseite und auf einer der ersten Oberflächenseite gegenüberliegenden zweiten Oberflächenseite kontaktiert, wobei hierbei allerdings der Nachteil

30 auftritt, dass bei einer modularen Verschaltung mehrerer derartiger Solarzellen elektrische Verbindungen zwischen der ersten Oberflächenseite und der zweiten Oberflächenseite gelegt werden müssen. Diese Anordnung ist nicht nur verhältnismäßig aufwendig bei der Herstellung, sondern birgt auch erheb-

35

liche Fehlfunktionsrisiken aufgrund einer Beschädigung der die Solarzellen verschaltenden elektrischen Verbindungen.

5 Aus US-A-4,361,950 ist eine Solarzelle mit einer Leiteranordnung bekannt, die über ein auf eine erste Oberflächenseite aufgebrachtes Leitergitter verfügt. Weiterhin weist die Leiteranordnung gemäß diesem Dokument Kontaktabschnitte auf, die sich von dem Leitergitter um eine Randseite der Solarzelle bis in  
10 einen Randbereich einer der ersten Oberflächenseite gegenüberliegenden zweiten Oberflächenseite erstrecken und dort als n-Elektrode dienen. Weiterhin ist an der zweiten Oberflächenseite innerhalb des Randbereichs nach einer aufwendigen Maskierung und abrasiven Behandlung zur Entfernung von n-leitenden Schichten eine als p-Elektrode dienende Metallschicht  
15 ausgebildet. Zwar ist bei dieser Solarzelle eine Kontaktierung beider Elektroden von der bei bestimmungsgemäßer Anordnung der Solarzelle rückseitig gelegenen zweiten Oberflächenseite möglich, allerdings weist sie den Nachteil auf, dass das Leitergitter aufgrund nicht unerheblicher Abschattung der ersten Oberflächenseite den Wirkungsgrad der Solarzelle nicht unwesentlich  
20 herabsetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein effizientes Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle insbesondere mit vertieften beziehungsweise vergrabenen Kontakten, sogenannten  
25 „buried contacts“, sowie rückseitiger Kontaktierung zu schaffen.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine Solarzelle der eingangs genannten Art mit rückseitiger Kontaktierung  
30 anzugeben.

Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einem Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle mit einem halbleitenden dotierten Substrat, das eine erste Oberflächenseite, eine der ersten Oberflächenseite gegenüberliegende  
35

zweite Oberflächenseite und eine Randseite aufweist, mit den Schritten:

- Bildung einer Emitterschicht auf wenigstens Bereichen der ersten Oberflächenseite, der Randseite sowie einem Randbereich der zweiten Oberflächenseite,
- Einbringen von länglichen Ausnehmungen auf der ersten Oberflächenseite, die sich zwischen Teilflächen der Randseite erstrecken,
- Herstellung einer zu dem Substrat komplementär dotierten Schicht wenigstens in den Ausnehmungen,
- Ausbildung einer Metallschicht auf den elektrisch leitenden Bereichen der Oberflächenseiten und der Randseite mit Auffüllung der in die erste Oberflächenseite eingebrachten Ausnehmungen,
- Ausbildung einer mit der ersten Oberflächenseite elektrisch verbundenen ersten Elektrode in dem Randbereich und einer zweiten Elektrode auf der zweiten Oberflächenseite innerhalb eines in dem Randbereich gelegenen Bereichs, wobei die Elektroden auf der zweiten Oberflächenseite elektrisch voneinander getrennt sind.

Die zweitgenannte Aufgabe wird bei einer Solarzelle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Emitterschicht weiterhin wenigstens auf Bereichen der Randseite und einem Randbereich der zweiten Oberflächenseite aufgebracht ist, dass auf die Randseite eine Metallschicht aufgebracht ist, die elektrisch mit den Stromleitern in den in die erste Oberflächenseite eingebrachten Ausnehmungen verbunden ist und die sich bis in den Randbereich der zweiten Oberflächenseite erstreckt, dass sich die als zweite Elektrode dienende Metallschicht von dem Randbereich umgeben mit einem Randabstand von der Randseite erstreckt und dass die Metallschichten der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode auf der zweiten Oberflächenseite elektrisch voneinander getrennt sind.

Dadurch, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Randseite mit prozeßtechnisch beherrschbaren Maßnahmen behandelt wird, so dass bei der Solarzelle auch auf der Randseite einer Metallschicht ausgebildet ist, die sich bis in den  
5 Randbereich der zweiten Oberflächenseite erstreckt, und auf der zweiten Oberflächenseite lediglich ein innerhalb des Randbereichs gelegener Zwischenbereich mit prozeßtechnischen Maßnahmen mit der als zweite Elektrode dienenden Metallschicht präpariert wird, ist eine elektrische Verbindung von den  
10 an der ersten Oberflächenseite ausgebildeten elektrisch leitenden Auffüllungen der Ausnehmungen, die insbesondere als vertiefte beziehungsweise vergrabene Kontakte, sogenannte „buried contacts“, ausgeführt sind, mit der bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Solarzelle rückseitig gelegenen  
15 zweiten Oberflächenseite sowie eine elektrische Trennung zwischen den Elektroden geschaffen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist in einer Ausgestaltung zweckmäßig, dass die elektrische Trennung der  
20 Elektroden durch das Einbringen von Isolationsgräben erfolgt. Bei dieser Ausgestaltung werden die Isolationsgräben vorteilhafterweise durch mechanisches Fräsen eingebracht.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist in einer weiteren  
25 Ausgestaltung zweckmäßig, dass die elektrische Trennung der Elektroden durch das Aufbringen von Isolationsstreifen auf die zweite Oberflächenseite erfolgt.

Für eine rationelle Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es zweckmäßig, dass die Emitterschicht über die  
30 gesamte Oberfläche des Substrats gebildet und anschließend wenigstens von der zweiten Oberflächenseite entfernt wird.

Zweckmäßigerweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Dielektrikum wenigstens auf der ersten Oberflächen-  
35

seite aufgebracht. Hierdurch wird eine stromlose Abscheidung der Metallschicht ermöglicht.

- Bei der vorgenannten Ausgestaltung ist es weiterhin zweckmäßig, dass das Dielektrikum auch auf der Randseite aufgebracht wird, während die zweite Oberflächenseite beispielsweise durch Aneinanderlegen der zweiten Oberflächenseiten von zwei Substraten frei von Dielektrikum verbleibt.
- 10 Bei der letztgenannten Ausgestaltung ist es zum einen zweckmäßig, dass das Dielektrikum von der Randseite zusammen mit der Emitterschicht vor Aufbringen der Metallschicht entfernt wird. Auf diese Weise kann die Metallschicht direkt auf die Randseite aufgebracht werden.
- 15 Zum anderen ist es bei der letztgenannten Ausgestaltung zur Vermeidung des Abtrags von Dielektrikum und Emitterschicht von der Randseite zweckmäßig, dass das auf die Randseite aufgebrachte Dielektrikum vor Ausbildung der Metallschicht für
- 20 eine stromlose Metallabscheidung aktiviert wird.
- Vorteilhaft ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren weiterhin, dass die zu dem Substrat komplementär dotierte Schicht auf allen von Dielektrikum freien Bereichen der ersten Oberflächenseite, der zweiten Oberflächenseite und der Randseite gebildet
- 25 wird. Dadurch erübrigen sich aufwendige Maskierungen. Dabei wird eine Reduzierung von Abtragarbeiten dadurch erzielt, dass in dem Randbereich ein Bereich der zu dem Substrat komplementär dotierten Schicht vorhanden ist.
- 30 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es weiterhin zweckmäßig, eine entsprechend dem Substrat dotierte Schicht auf der zweiten Oberflächenseite in dem innerhalb des Randbereichs gelegenen Bereich zwischen dem Substrat und der flächig aus-

gestalteten zweiten Elektrode auszubilden. Dadurch ist eine gute Kontaktierung erzielt.

5 In einer Abwandlung der letztgenannten Ausgestaltung ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Vermeidung eines weiteren Prozeßschrittes zweckmäßig, in die zweite Oberflächen-  
10 seite Ausnehmungen einzubringen und die in die zweite Oberflächen-  
seite eingebrachten Ausnehmungen zur Ausbildung der zweiten Elektrode mit Metall insbesondere der Metallschicht zu füllen.

Bei der erfindungsgemäßen Solarzelle ist es zweckmäßig, dass in dem Randbereich ein Bereich einer zu dem Substrat kom-  
15 plementär dotierten Schicht vorhanden ist.

Bei der Solarzelle gemäß der Erfindung ist bei einer Aus-  
20 gestaltung vorteilhafterweise vorgesehen, dass an der Innen-  
seite des Randbereichs zur elektrischen Trennung der Elektroden bis in das Substrat reichende Isolationsgräben ein-  
gebracht sind. Dadurch wird eine besonders guter elektrische  
Trennung der Elektroden erzielt.

Bei der erfindungsgemäßen Solarzelle ist bei einer weiteren  
Ausgestaltung zweckmäßigerweise vorgesehen, dass an der  
25 Innenseite des Randbereichs zur elektrischen Trennung der Elektroden Isolationsstreifen auf die zweite Oberflächen-  
seite aufgebracht sind. Dadurch ist es möglich, die elektrische  
Trennung ohne abtragende Bearbeitungsschritte zu erreichen.

30 Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung von vorteilhaften Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung. Es zeigen:



- 5      Fig. 1 bis Fig. 11      jeweils in teilgeschnittenen perspektivischen Ansichten Schritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Solarzelle gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit Kontaktgräben zur elektrischen Trennung einer ersten Elektrode von einer zweiten Elektrode,
- 10      Fig. 12 bis Fig. 19      jeweils in teilgeschnittenen perspektivischen Ansichten Schritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Solarzelle gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit Kontaktgräben zur elektrischen Trennung einer ersten Elektrode von einer zweiten Elektrode,
- 15      Fig. 20 bis Fig. 24      jeweils in teilgeschnittenen perspektivischen Ansichten Schritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Solarzelle gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel mit Isolationsstreifen zur elektrischen Trennung einer ersten Elektrode von einer zweiten Elektrode und
- 20      Fig. 25 und Fig. 26      jeweils in teilgeschnittenen perspektivischen Ansichten Schritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Solarzelle gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel mit Isolationsstreifen zur elektrischen Trennung einer ersten Elektrode von einer zweiten Elektrode.
- 25      Fig. 25 und Fig. 26      jeweils in teilgeschnittenen perspektivischen Ansichten Schritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Solarzelle gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel mit Isolationsstreifen zur elektrischen Trennung einer ersten Elektrode von einer zweiten Elektrode.
- 30      Fig. 25 und Fig. 26      jeweils in teilgeschnittenen perspektivischen Ansichten Schritte zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Solarzelle gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel mit Isolationsstreifen zur elektrischen Trennung einer ersten Elektrode von einer zweiten Elektrode.

35      Fig. 1 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht für ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein halbleitendes dotiertes Substrat 1 einer herzustellenden Solarzelle aus

5 einem p-dotierten Siliziummaterial. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Substrat 1 als abgeflachter Quader ausgebildet und weist eine strukturtexturierte erste Oberflächenseite 2, eine der ersten Oberflächenseite 2 gegenüberliegende zweite Oberflächenseite 3 sowie eine umlaufende Randseite 4 auf, die aus vier Teilflächen gebildet ist.

10 Fig. 2 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 der herzustellenden Solarzelle gemäß Fig. 1, bei dem beispielsweise durch Gasphasendiffusion unter Verwendung von flüssiger Phosphorsäure ( $\text{POCl}_3$ ) auf den Oberflächenseiten 2, 3 und der Randseite 4 eine n-dotierte Emitterschicht 5 erzeugt worden ist.

15 Fig. 3 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat gemäß Fig. 2, bei dem auf die auf der ersten Oberflächenseite 2 und der Randseite 4 ausgebildeten Bereiche der Emitterschicht 5 ein Dielektrikum 6, beispielsweise durch Abscheidung von Siliziumnitrid ( $\text{SiN}$ ) aus der Gasphase bei  
20 niedrigem Druck (low pressure chemical vapor deposition, LPCVD) mit einer Anordnung von mit ihren zweiten Oberflächenseiten 3 aneinanderliegenden Substraten 2 in einem Reaktor, aufgebracht worden ist.

25 Fig. 4 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 3, bei dem beispielsweise durch Plasmaätzen eines Stapels von mit ihren einander gegenüberliegenden Oberflächenseiten 2, 3 aneinandergefügten Substraten 1 an der Randseite 4 das Dielektrikum 6 sowie der  
30 entsprechende Bereich der Emitterschicht 5 entfernt worden ist.

Fig. 5 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 4, bei dem in der ersten Oberflächenseite 2 beispielsweise durch mechanisches Fräsen oder durch  
35 Verdampfen aufgrund der Einwirkung wenigstens eines Laser-

strahls eine Anzahl von Kontaktgräben 7 als ländliche Ausnehmungen eingebracht worden ist. Die Kontaktgräben 7 verlaufen im wesentlichen zueinander parallel zwischen zwei gegenüberliegenden Teilflächen der Randseite 4 und sind für  
5 sogenannte „buried contacts“ mit einer gegenüber der Breite um ein Mehrfaches größeren Tiefe ausgebildet.

Fig. 6 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 5, nachdem durch Ätzen beispielsweise in heißer Natronlauge (NaOH) Sägeschäden an den  
10 Kontaktgräben 7 geglättet sowie auf der zweiten Oberflächenseite 3 die entsprechenden Bereiche der Emitterschicht 5 entfernt worden sind.

15 Fig. 7 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 6, bei dem durch starke Phosphordiffusion unter Verwendung von Phosphorsäure auf der zweiten Oberflächenseite 3, der Randseite 4 und in den Kontaktgräben 7 eine phosphordotierte Schicht 8 als negativ dotierte n-leitende  
20 Schicht erzeugt worden ist.

Fig. 8 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat gemäß Fig. 7, bei dem auf der zweiten Oberflächenseite 3 auf die phosphordotierte Schicht 8 mit einem  
25 Randabstand von den zwei gegenüberliegenden Teilflächen der Randseite 4, in die die Kontaktgräben 7 münden, beispielsweise durch Elektronenstrahlverdampfung, durch Sputtern oder andere Techniken eine Aluminiumschicht 10 aufgebracht worden ist. Dabei wurden ein freibleibender Randbereich 9 auf der zweiten  
30 Oberflächenseite 3 sowie die Randseite 4 maskiert.

Fig. 9 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 8, nachdem das Aluminium der Aluminiumschicht 10 unter Ausbildung einer aluminiumdotierten  
35 Schicht 11 als positiv dotierte p-leitende Schicht zur Überkom-

5    pensation der darunterliegenden Bereiche der phosphordotierten Schicht 8 und zur Ausbildung eines als Elektrodenbereich vorgesehenen sogenannten „back surface fields“ in die zweite Oberflächenseite 3 einlegiert worden ist. Die in dem Randbereich 9 der zweiten Oberflächenseite 3 vorliegende phosphordotierte Schicht 8 grenzt dabei auf der zweiten Oberflächenseite 3 direkt an die aluminiumdotierte Schicht 11 an.

10    Fig. 10 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 9, nachdem durch selektive stromlose Metallabscheidung in einem Ionenbad eine Metallschicht 12 aus Nickel (Ni) zur elektrischen Kontaktierung und nach Sinterung von Kontakten auf der zweiten Oberflächenseite 3 weitere Lagen von Kupfer (Cu) und Silber (Ag) als Korrosionsschutz auf  
15    die Bereiche der ersten Oberflächenseite 2, der zweiten Oberflächenseite 3 und der Randseite 4, die frei von Dielektrikum 6 sind, aufgebracht worden ist. Dabei werden die Kontaktgräben 7 verfüllt und über die mit der Metallschicht 12 bedeckte Randseite 4 elektrisch mit der zweiten Oberflächenseite 3 in Verbindung  
20    gebracht.

Fig. 11 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 10, bei dem zur Fertigstellung der Solarzelle gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel entlang der  
25    Grenze zwischen der phosphordotierten Schicht 8 und der aluminiumdotierten Schicht 11 als elektrische Trennung vorzugsweise durch mechanisches Fräsen zur Vermeidung von Aufschmelzvorgängen bis in das Substrat 1 eindringende Isolationsgräben 13 eingebracht worden sind, die die Metallschicht  
30    12 auf der zweiten Oberflächenseite 3 in eine n-Elektrode 14 als erste Elektrode und eine p-Elektrode 15 als zweite Elektrode trennen. In einer Abwandlung sind die Isolationsgräben 13 in dem n-dotierten Teil des Randbereichs 9 eingebracht. Die n-Elektrode 14 ist dabei elektrisch mit den auf der ersten Oberflächenseite 2 durch im wesentlichen vollständige Verfüllung der  
35

Kontaktgräben 7 mit Material aus der Metallschicht 12 gebildeten sogenannten „buried contacts“ in Verbindung, während die p-Elektrode 15 mit der aluminiumdotierten Schicht 11 kontaktiert ist.

5

Fig. 12 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht für ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Substrat 1 für eine herzustellende Solarzelle, bei dem in Anschluss an Aufbringen des Dielektrikums 6 entsprechend der Vorgehensweise bei dem anhand Fig. 1 bis Fig. 3 erläuterten ersten Ausführungsbeispiel die Kontaktgräben 7 eingebracht worden sind. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel werden jedoch die an der Randseite 4 vorhandenen Bereiche der Emitterschicht 5 sowie des Dielektrikums 6 an der Randseite 4 belassen.

15

Fig. 13 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 12, nachdem die Kontaktgräben 7 geglättet worden sind und die Emitterschicht 5 von der zweiten Oberflächenseite 3 entsprechend der in Verbindung mit Fig. 6 erläuterten Vorgehensweise bei dem ersten Ausführungsbeispiel entfernt worden ist.

20

Fig. 14 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 13, bei dem entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel wie in Zusammenhang mit Fig. 7 erläutert die phosphordotierte Schicht 8 erstellt worden ist, die bei dem zweiten Ausführungsbeispiel jedoch lediglich in den Kontaktgräben 7 sowie auf der gesamten zweiten Oberflächenseite 3 vorliegt.

25

Fig. 15 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 14, bei dem entsprechend der in Zusammenhang mit Fig. 8 erläuterten Vorgehensweise bei dem ersten Ausführungsbeispiel auf der zweiten Oberflächenseite 3

30

die Aluminiumschicht 10 mit Freihalten der Randbereiche 9 auf die phosphordotierte Schicht 8 aufgebracht worden ist.

5 Fig. 16 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 15 nach Einlegierung von Aluminium aus der Aluminiumschicht 10 in die phosphordotierte Schicht 8 unter Ausbildung der aluminiumdotierten Schicht 11.

10 Fig. 17 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 16, wobei nunmehr die Bereiche des Dielektrikums 6 an der Randseite 4 in einer Aktivatorlösung wie beispielsweise  $\text{PdCl}_2$  unter Ausbildung einer Aktivierungsfläche 16 für die nachfolgende Metallabscheidung behandelt worden sind.

15 Fig. 18 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 17 nach der Metallabscheidung entsprechend der bei dem ersten Ausführungsbeispiel anhand Fig. 10 erläuterten Vorgehensweise. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist nunmehr die Metallschicht 12 an der Randseite 4 auf die bei dem Dielektrikum 6 ausgebildete Aktivierungsfläche 16 aufgebracht.

25 Fig. 19 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 18, bei dem zur Fertigstellung der Solarzelle gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel entsprechend der bei dem ersten Ausführungsbeispiel in Verbindung mit Fig. 11 erläuterten Vorgehensweise die Isolationsgräben 13 mit Ausbildung der n-Elektrode 14 und der p-Elektrode 15 eingebracht worden sind.

Das zweite Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, dass an der Randseite 4 weniger abtragende Bearbeitungsschritte als bei dem ersten Ausführungsbeispiel anfallen.

Fig. 20 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht für ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Substrat 1 für eine herzustellenden Solarzelle, das bislang entsprechend der bei dem ersten Ausführungsbeispiel anhand Fig. 1 bis Fig. 6 erläuterten Vorgehensweise behandelt worden ist. Bei dem dritten Ausführungsbeispiel jedoch sind gemäß Fig. 20 entlang der Innenseite des Randbereichs 9 auf der zweiten Oberflächen-

5 seite 3 Isolationsstreifen 17 beispielsweise aus  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{SiN}$  aufgebracht.

10

In einer Abwandlung sind die Isolationsstreifen 17 als Aluminiumstreifen in das Substrat 1 einlegiert.

Fig. 21 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 20, bei dem entsprechend der anhand Fig. 7 bei dem ersten Ausführungsbeispiel erläuterten Vorgehensweise die phosphordotierte Schicht 8 erzeugt worden ist. Bei dem dritten Ausführungsbeispiel jedoch schatten die Isolationsstreifen 17 die darunterliegenden Bereiche der zweiten

15

20

Oberflächenseite 3 ab, so dass sich die phosphordotierte Schicht 8 auf der zweiten Oberflächenseite 3 lediglich in dem Randbereiche 9 sowie in einem Zwischenbereich 18 zwischen den Isolationsstreifen 17 erstreckt.

Fig. 22 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 21, bei dem entsprechend der anhand Fig. 8 bei dem ersten Ausführungsbeispiel erläuterten Vorgehensweise die Aluminiumschicht 10 in dem Zwischenbereich 18 aufgebracht worden ist.

25

30

Fig. 23 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 22, bei dem entsprechend der anhand Fig. 9 bei dem ersten Ausführungsbeispiel erläuterten Vorgehensweise Aluminium aus der Aluminiumschicht 10 zur

Erzeugung der aluminiumdotierten Schicht 11 in den Zwischenbereich 18 einlegiert worden ist.

5 Fig. 24 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 23, bei dem entsprechend der anhand Fig. 10 bei dem ersten Ausführungsbeispiel erläuterten Vorgehensweise zur Fertigstellung der Solarzelle gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel die Metallschicht 12 auf die zweite  
10 Oberflächenseite 3 sowie die Randseite 4 abgeschieden worden ist. Aufgrund der selektiven Metallabscheidung lediglich auf stromleitende Bereiche und in den Kontaktgräben 7 bleiben neben den auf der ersten Oberflächenseite 2 ausgebildeten Bereiche der dielektrischen Schicht 6 auch die Isolationsstreifen 17 frei von Metall. Auf diese Weise sind die n-Elektrode 14, die  
15 in den Randbereichen 9 ausgebildet ist, und die p-Elektrode 15, in die in dem Zwischenbereich 18 ausgebildet ist, elektrisch voneinander getrennt.

20 Das dritte Ausführungsbeispiel zeichnet sich gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel und dem zweiten Ausführungsbeispiel dadurch aus, dass die Trennung der n-Elektrode 14 und der p-Elektrode 15 nach prozeßtechnischer Fertigstellung der Solarzelle ohne die Notwendigkeit einer abtragenden Nachbearbeitung vorliegt.

25 Fig. 25 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht für ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Substrat 1 für eine herzustellenden Solarzelle, das bislang entsprechend der anhand Fig. 1 bis Fig. 9 bei dem ersten Ausführungsbeispiel erläuterten Vorgehensweise behandelt worden ist. Gemäß Fig.  
30 25 sind nunmehr entlang der einen gleichrichtenden p/n-Übergang bildenden Grenze zwischen der phosphordotierten Schicht 8 und der aluminiumdotierten Schicht 11 entsprechend der anhand Fig. 20 bei dem dritten Ausführungsbeispiel erläuterten  
35 Vorgehensweise Isolationsstreifen 17 aufgebracht, die den



Zwischenbereich 18 auf der zweiten Oberflächenseite 3 begrenzen.

- 5 Fig. 26 zeigt in einer teilgeschnittenen perspektivischen Ansicht das Substrat 1 gemäß Fig. 25 nach Ausbildung der Metallschicht 12 durch selektive stromlose Metallabscheidung. Entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel sind auch bei dem vierten Ausführungsbeispiel in den Randbereichen 9 die n-Elektrode 14 und in dem Zwischenbereich 18 die p-Elektrode 15 nach  
10 prozeßtechnischer Fertigstellung der Solarzelle elektrisch getrennt ausgebildet, ohne dass es der abschließenden Bearbeitung zum Einbringen von Isolationsgräben 13 entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel beziehungsweise dem zweiten Ausführungsbeispiel bedarf.

## PATENTANSPRÜCHE

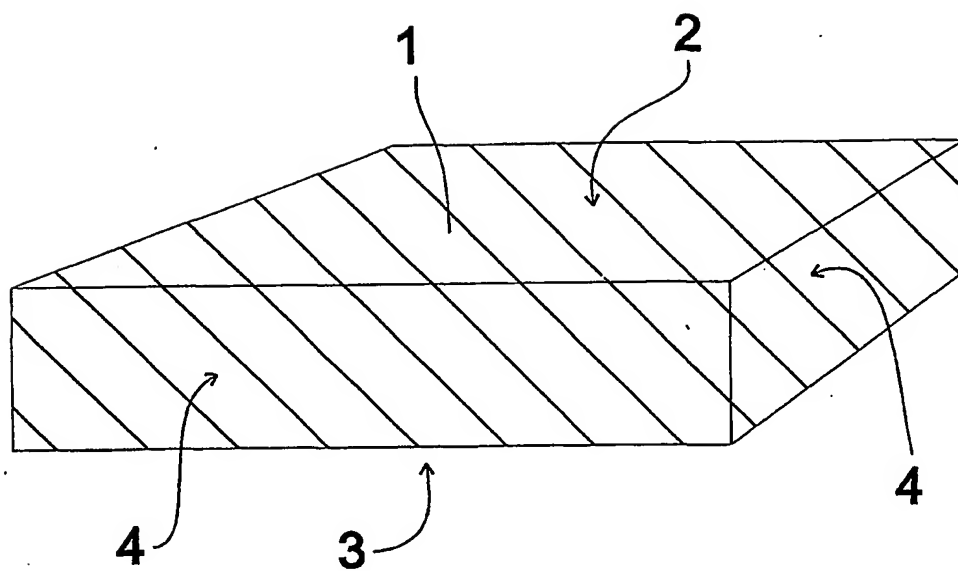
- 5 1. Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle mit einem halbleitenden dotierten Substrat (1), das eine erste Oberflächenseite (2), eine der ersten Oberflächenseite (2) gegenüberliegende zweite Oberflächenseite (3) und eine Randseite (4) aufweist, mit den Schritten:
- 10 – Bildung einer Emitterschicht (5) auf wenigstens Bereichen der ersten Oberflächenseite (2), der Randseite (4) sowie einem Randbereich (9) der zweiten Oberflächenseite (3),
- 15 – Einbringen von länglichen Ausnehmungen (7) auf der ersten Oberflächenseite (2), die sich zwischen Teilflächen der Randseite (4) erstrecken,
- Herstellung einer zu dem Substrat (1) komplementär dotierten Schicht (8) wenigstens in den Ausnehmungen (7),
- 20 – Ausbildung einer Metallschicht (12) auf den elektrisch leitenden Bereichen der Oberflächenseiten (2, 3) und der Randseite (4) mit Auffüllung der in die erste Oberflächenseite (2) eingebrachten Ausnehmungen (7),
- 25 – Ausbildung einer mit der ersten Oberflächenseite (2) elektrisch verbundenen ersten Elektrode (14) in dem Randbereich (9) und einer zweiten Elektrode (15) auf der zweiten Oberflächenseite (3) innerhalb eines in dem Randbereich (9) gelegenen Bereichs (18), wobei die Elektroden (14, 15) auf der zweiten Oberflächenseite (3) elektrisch voneinander getrennt sind.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die elektrische Trennung der Elektroden (14, 15) durch das Einbringen von Isolationsgräben (13) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Isolationsgräben (13) durch mechanisches Fräsen eingebracht werden.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die elektrische Trennung der Elektroden (14, 15) durch das Aufbringen von Isolationsstreifen (17) auf die zweite Oberflächenseite (3) erfolgt.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Emitterschicht (5) über die gesamte Oberfläche des Substrats (1) gebildet und anschließend wenigstens von der zweiten Oberflächenseite (3) entfernt wird.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem ein Dielektrikum (6) wenigstens auf der ersten Oberflächenseite (2) aufgebracht wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Dielektrikum (6) auch auf der Randseite (4) aufgebracht wird, während die zweite Oberflächenseite (3) frei von Dielektrikum (6) verbleibt.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das Dielektrikum (6) von der Randseite (4) zusammen mit der Emitterschicht (5) vor Aufbringen der Metallschicht (12) entfernt wird.
- 30 9. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das auf die Randseite (4) aufgebrachte Dielektrikum (6) vor Ausbildung der Metallschicht (12) für eine stromlose Metallabscheidung aktiviert wird.
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem die zu dem Substrat (1) komplementär dotierte Schicht

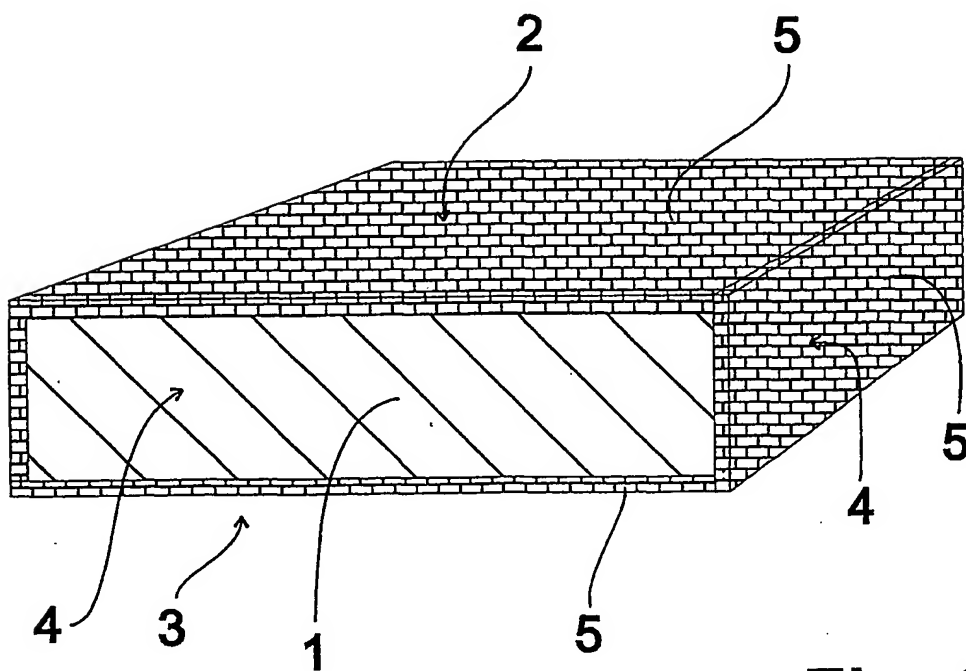
(8) auf allen von Dielektrikum (6) freien Bereichen der ersten Oberflächenseite (2), der zweiten Oberflächenseite (3) und der Randseite (4) gebildet wird.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem  
eine entsprechend dem Substrat (1) dotierte Schicht (11)  
auf der zweiten Oberflächenseite (3) in dem innerhalb  
des Randbereichs (9) gelegenen Bereich (18) zwischen  
dem Substrat (1) und der flächig ausgestalteten zweiten  
10 Elektrode (15) ausgebildet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem  
in die zweite Oberflächenseite (3) Ausnehmungen ein-  
gebracht werden und die in die zweite Oberflächenseite  
15 (3) eingebrachten Ausnehmungen zur Ausbildung der  
zweiten Elektrode (15) mit Metall gefüllt werden.
13. Solarzelle mit einem halbleitenden dotierten Substrat (1),  
das eine erste Oberflächenseite (2), eine der ersten  
20 Oberflächenseite (2) gegenüberliegende zweite Ober-  
flächenseite (3) und eine Randseite (4) aufweist, wobei  
auf der ersten Oberflächenseite (2) eine Emitterschicht  
(5) aufgebracht ist sowie eine Anzahl von mit Metall als  
Stromleiter gefüllte Ausnehmungen (7) eingebracht sind,  
25 wobei die Stromleiter mit einer ersten Elektrode kontak-  
tiert sind, und wobei auf der zweiten Oberflächenseite (3)  
als zweite Elektrode (15) eine Metallschicht (12) auf-  
gebracht ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Emit-  
terschicht (5) weiterhin wenigstens auf Bereichen der  
30 Randseite (4) und einem Randbereich (9) der zweiten  
Oberflächenseite (3) aufgebracht ist, dass auf die Rand-  
seite (4) eine Metallschicht (12) aufgebracht ist, die elek-  
trisch mit den Stromleitern in den in die erste Ober-  
flächenseite (2) eingebrachten Ausnehmungen (7) ver-  
35 bunden ist und die sich bis in den Randbereich (9) der

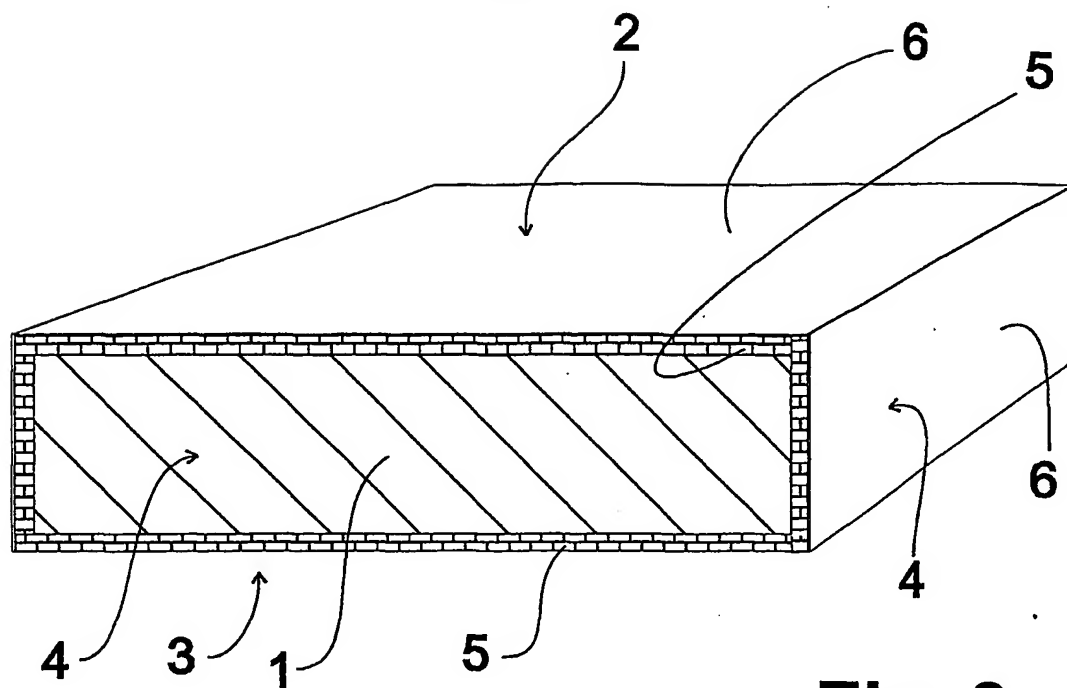
- 5           zweiten Oberflächenseite (3) erstreckt, dass sich die als zweite Elektrode (15) dienende Metallschicht (12) von dem Randbereich (9) umgeben mit einem Randabstand von der Randseite (4) erstreckt und dass die Metallschichten (12) der ersten Elektrode (14) und der zweiten Elektrode (15) auf der zweiten Oberflächenseite (3) elektrisch voneinander getrennt sind.
- 10       14.   Solarzelle nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Randbereich (9) ein Bereich einer zu dem Substrat (1) komplementär dotierten Schicht (8) vorhanden ist.
- 15       15.   Solarzelle nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass an der Innenseite des Randbereichs (9) zur elektrischen Trennung der Elektroden (14, 15) bis in das Substrat (1) reichende Isolationsgräben (13) eingebracht sind.
- 20   16.   Solarzelle nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass an der Innenseite des Randbereichs (9) zur elektrischen Trennung der Elektroden (14, 15) Isolationsstreifen (17) auf die zweite Oberflächenseite (3) aufgebracht sind.



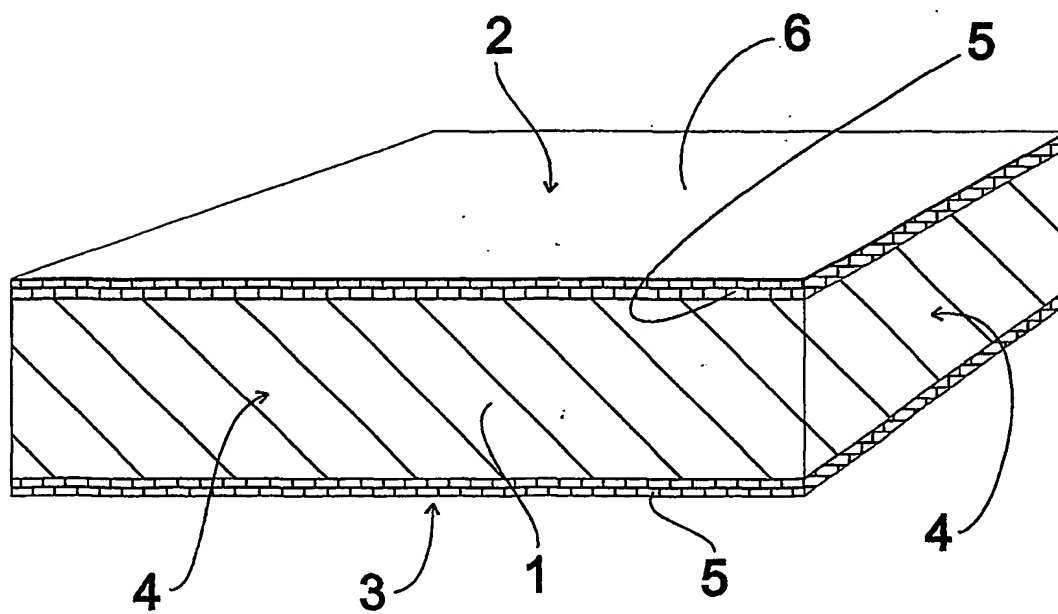
**Fig. 1**



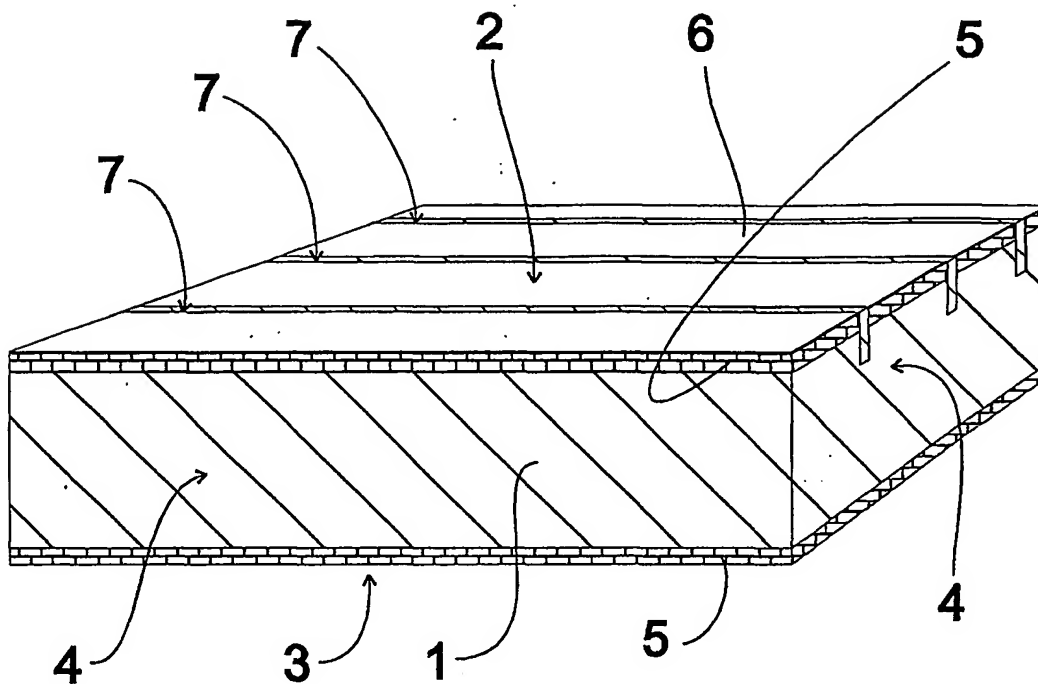
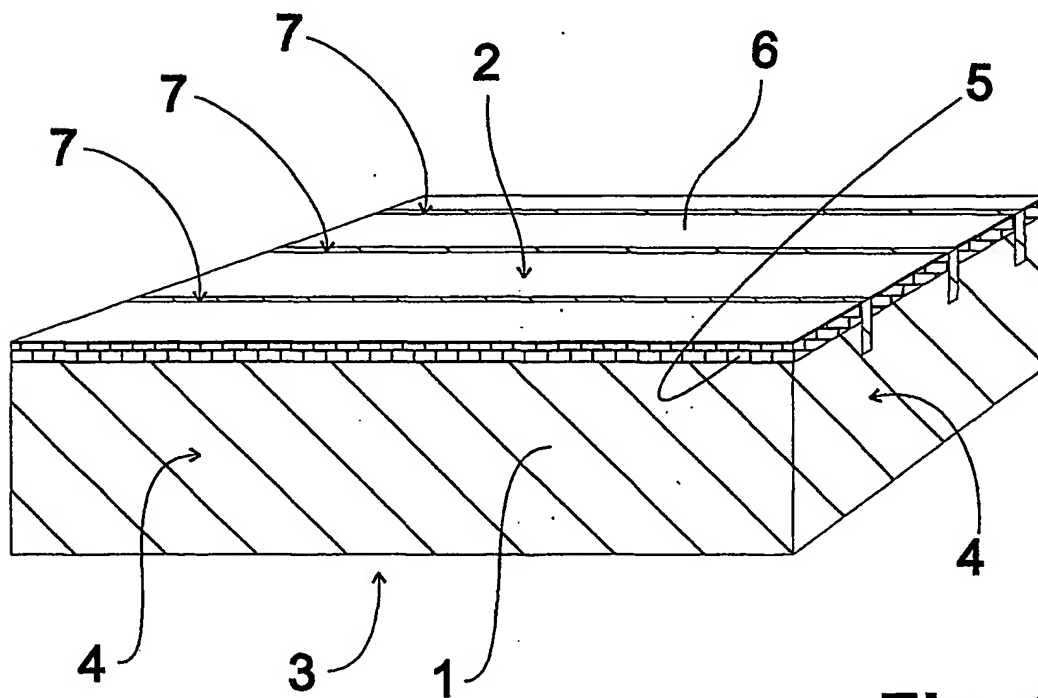
**Fig. 2**



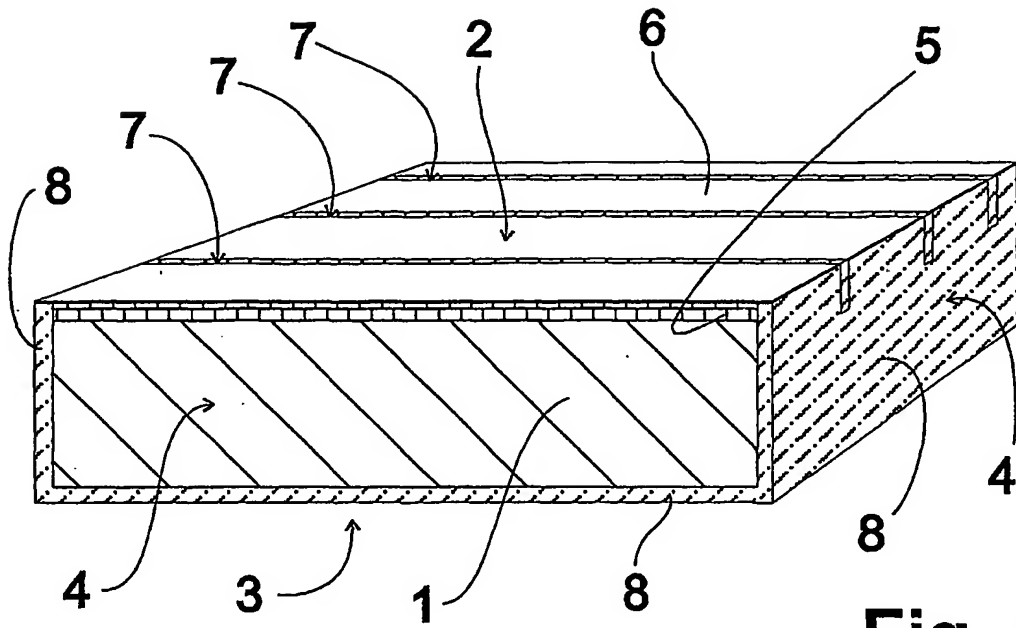
**Fig. 3**



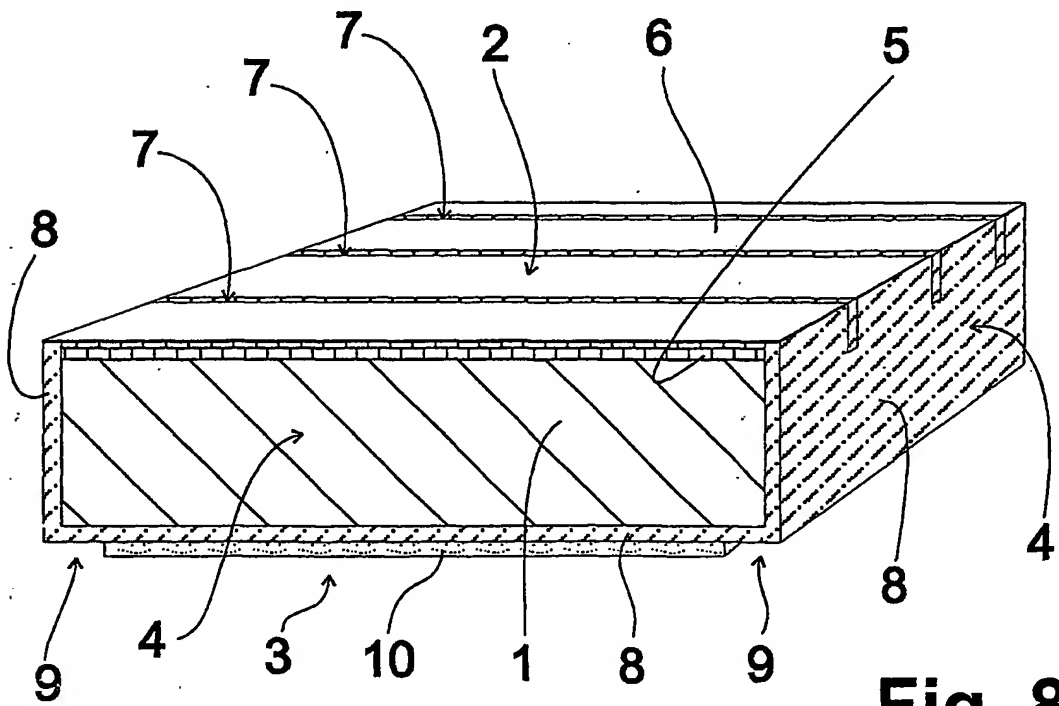
**Fig. 4**

**Fig. 5****Fig. 6**

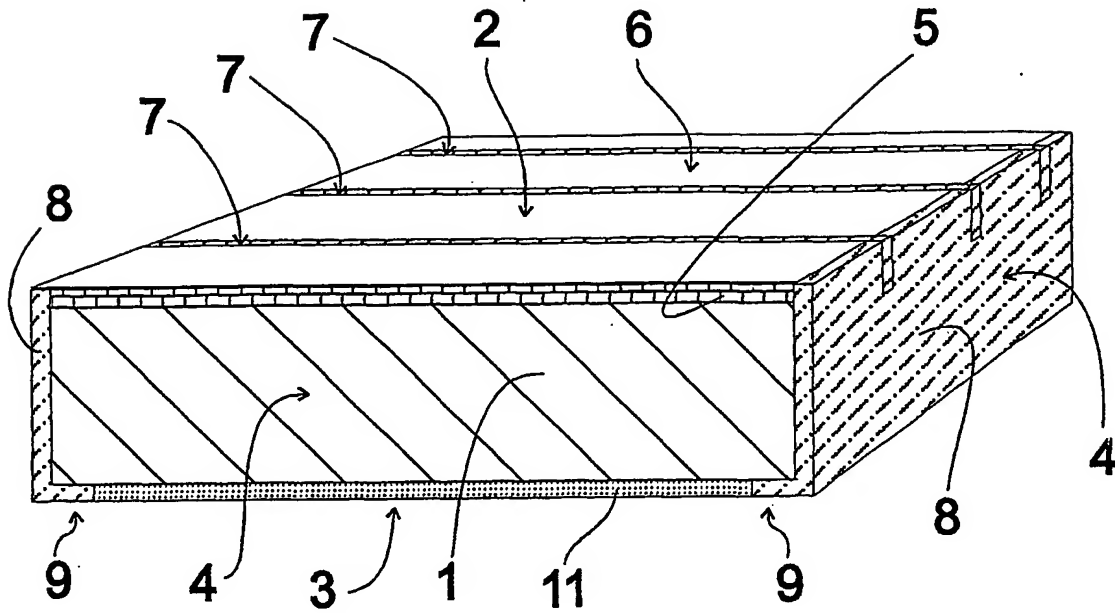




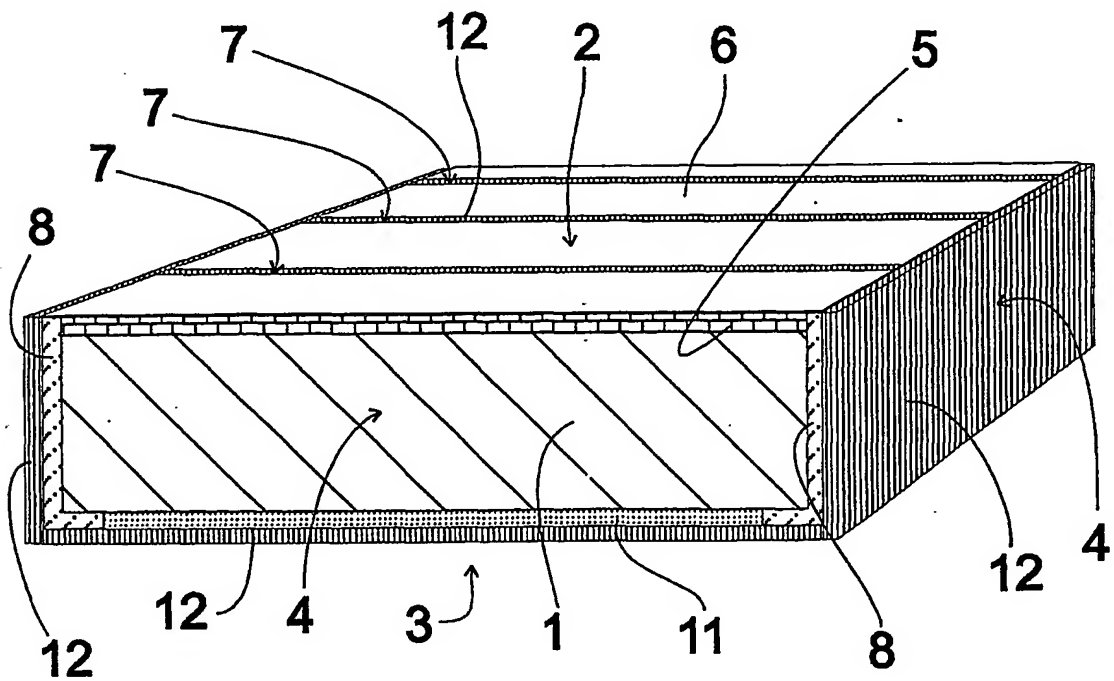
**Fig. 7**



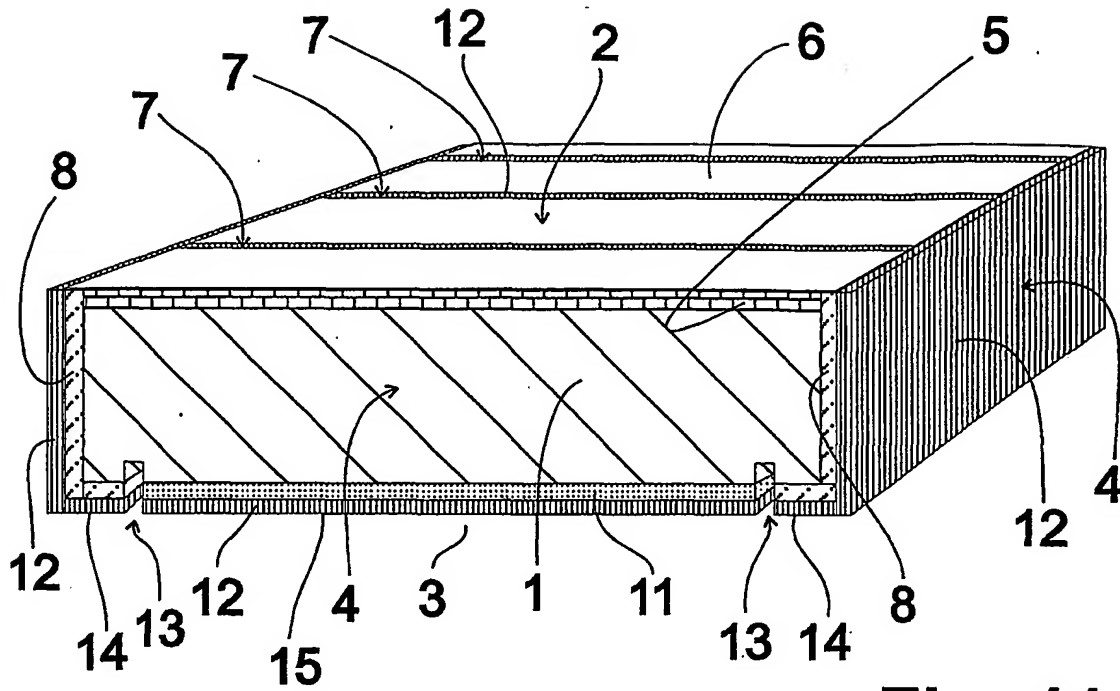
**Fig. 8**



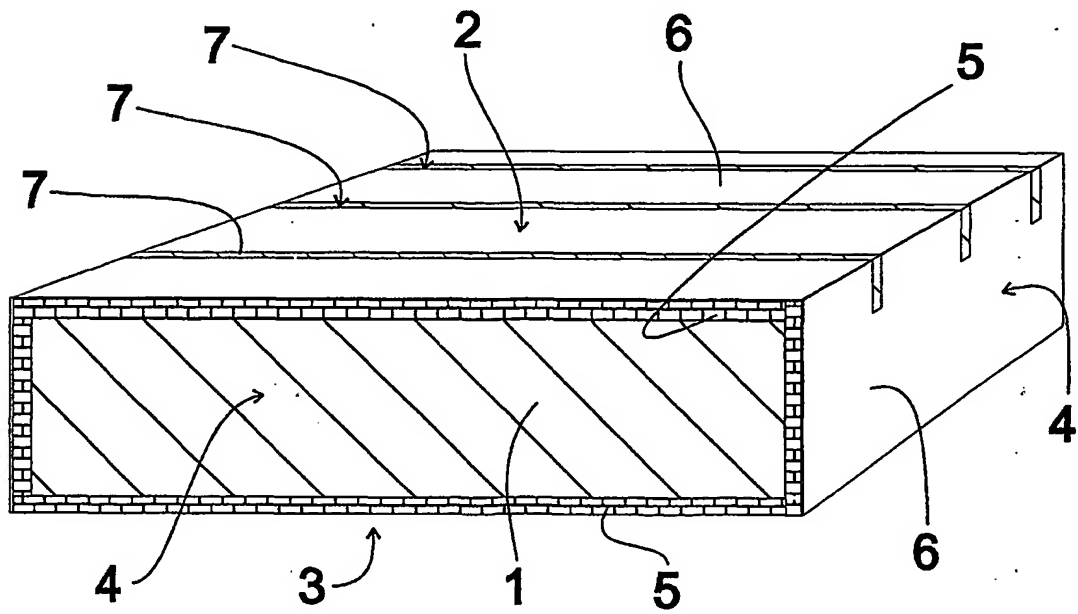
**Fig. 9**



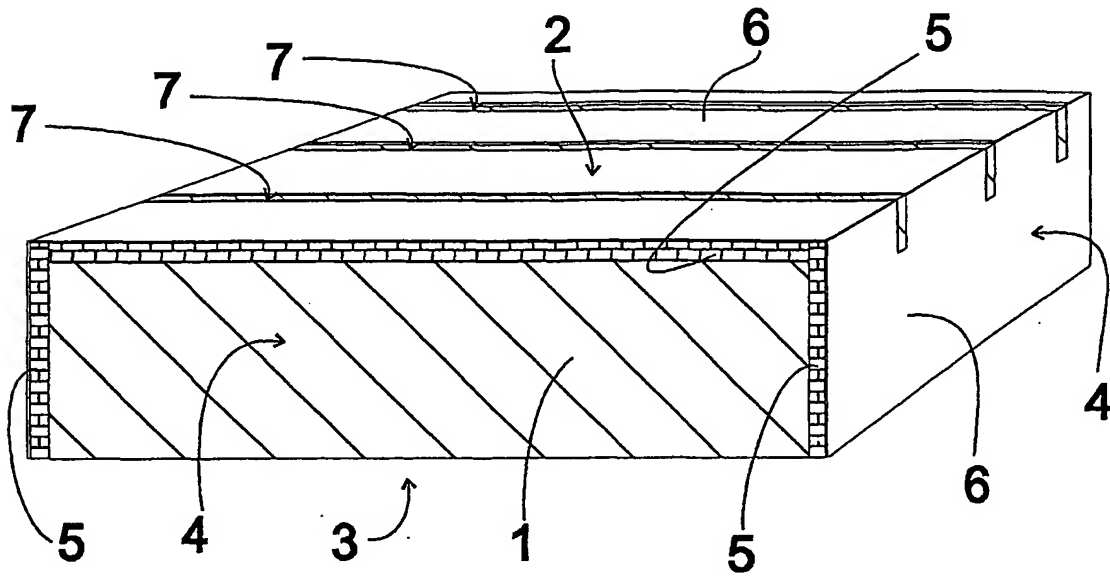
**Fig. 10**



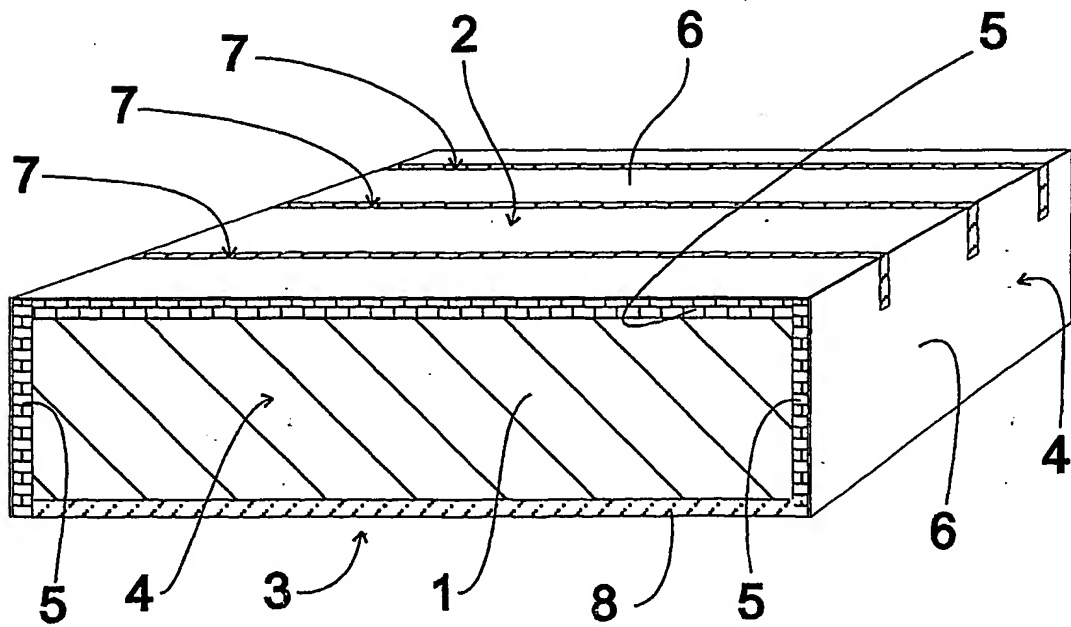
**Fig. 11**



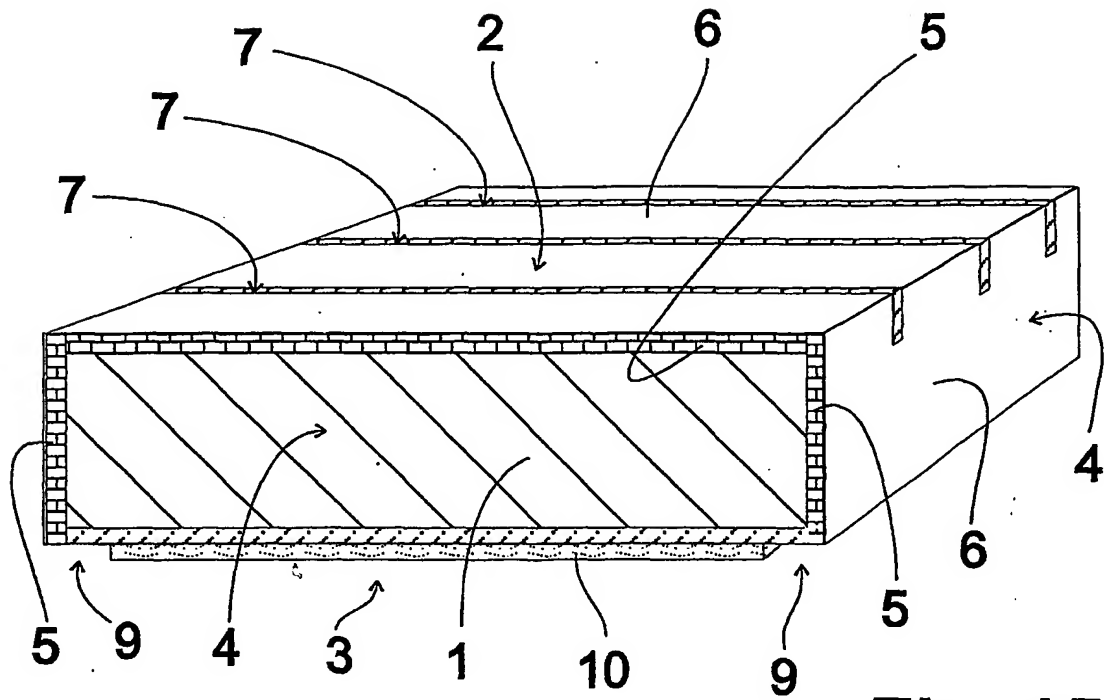
**Fig. 12**



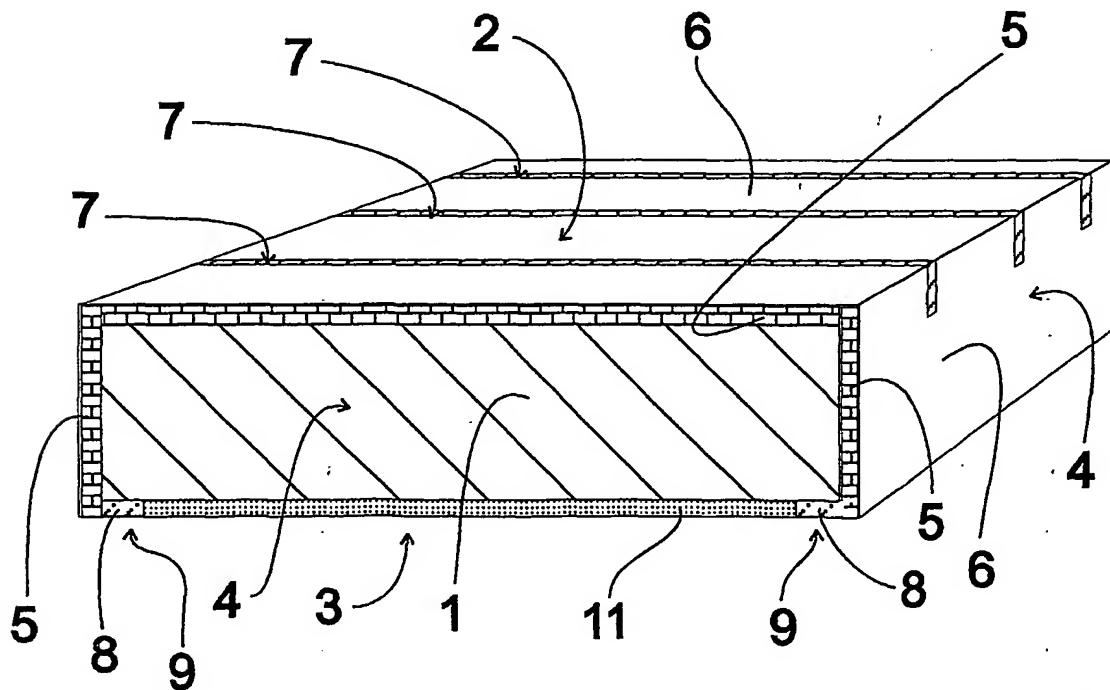
**Fig. 13**



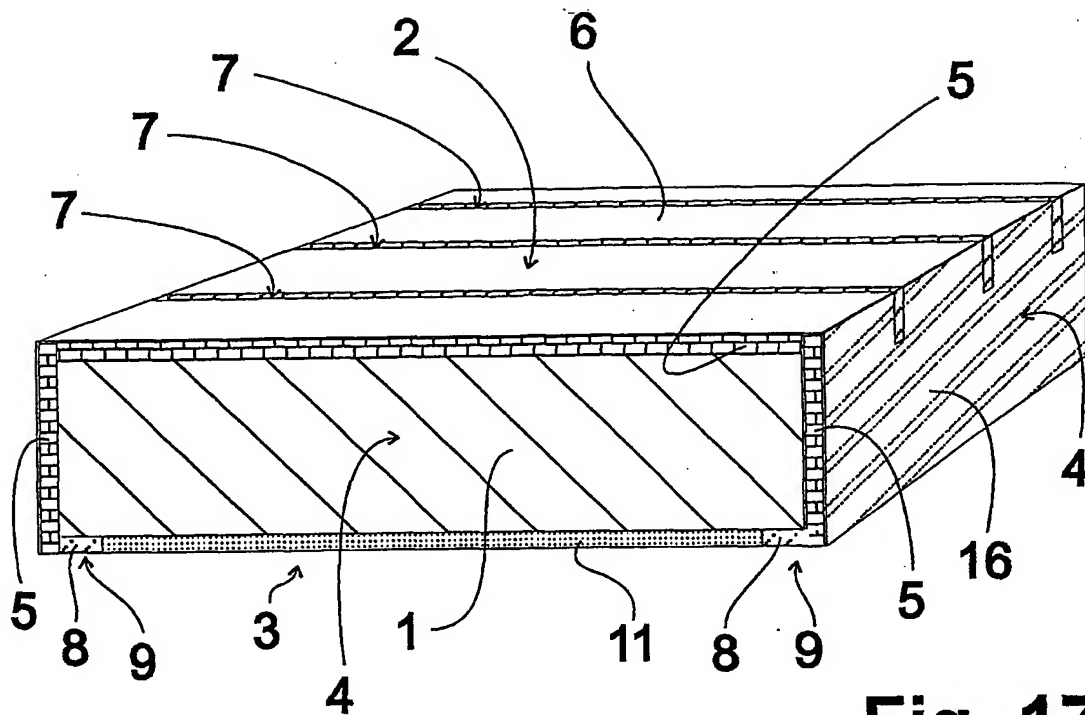
**Fig. 14**



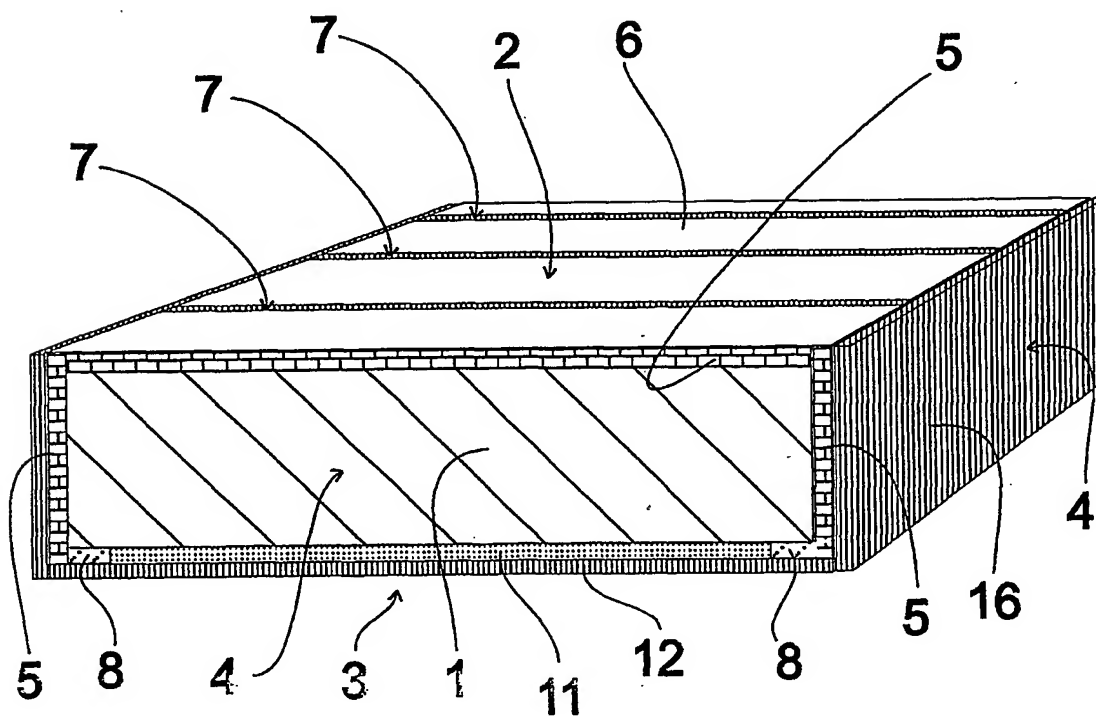
**Fig. 15**



**Fig. 16**



**Fig. 17**



**Fig. 18**



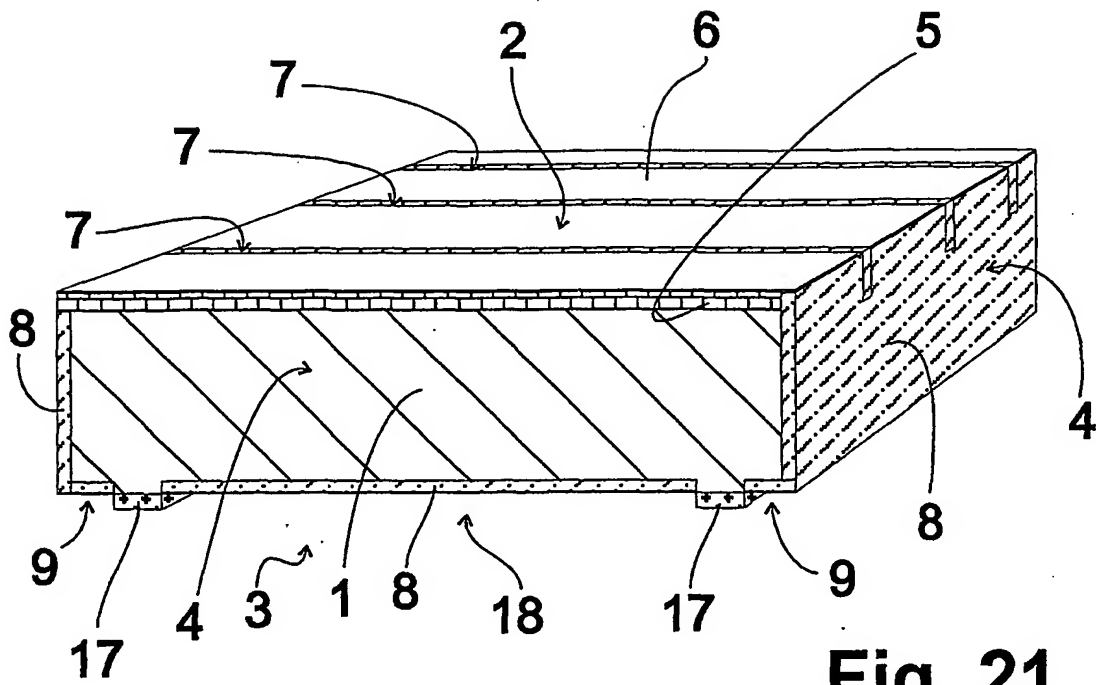


Fig. 21

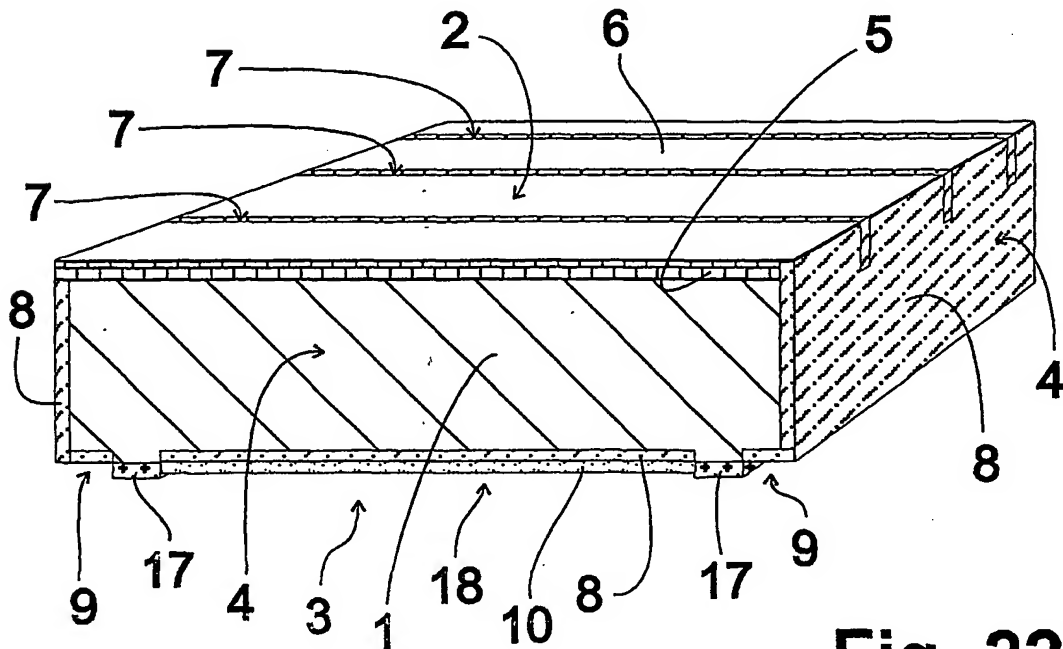
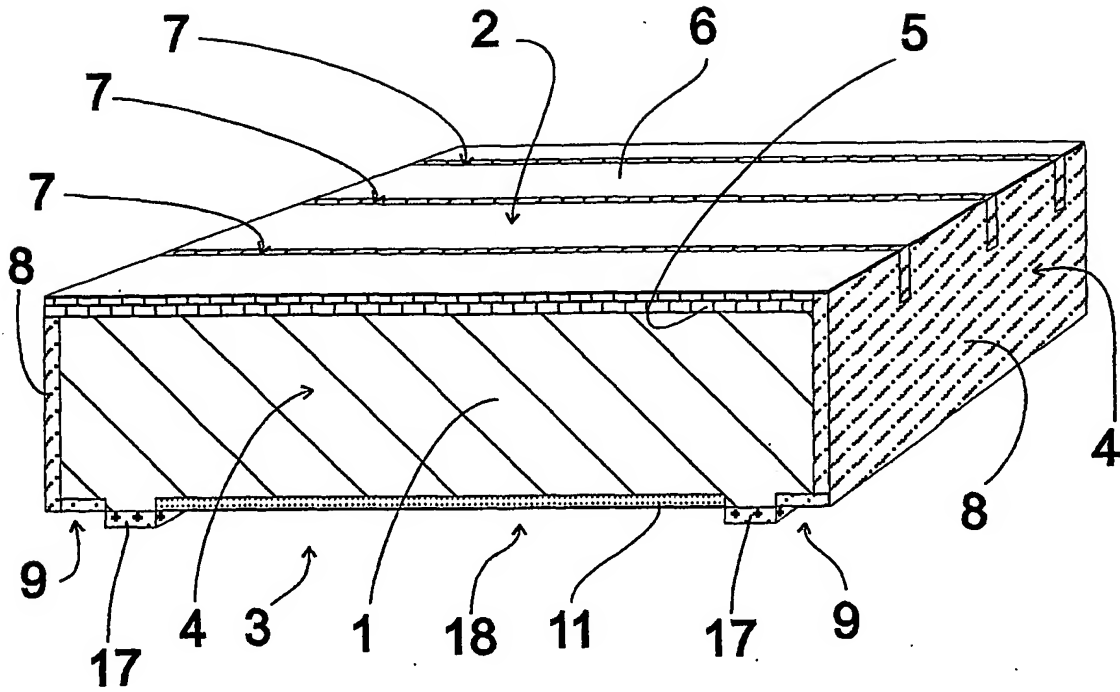
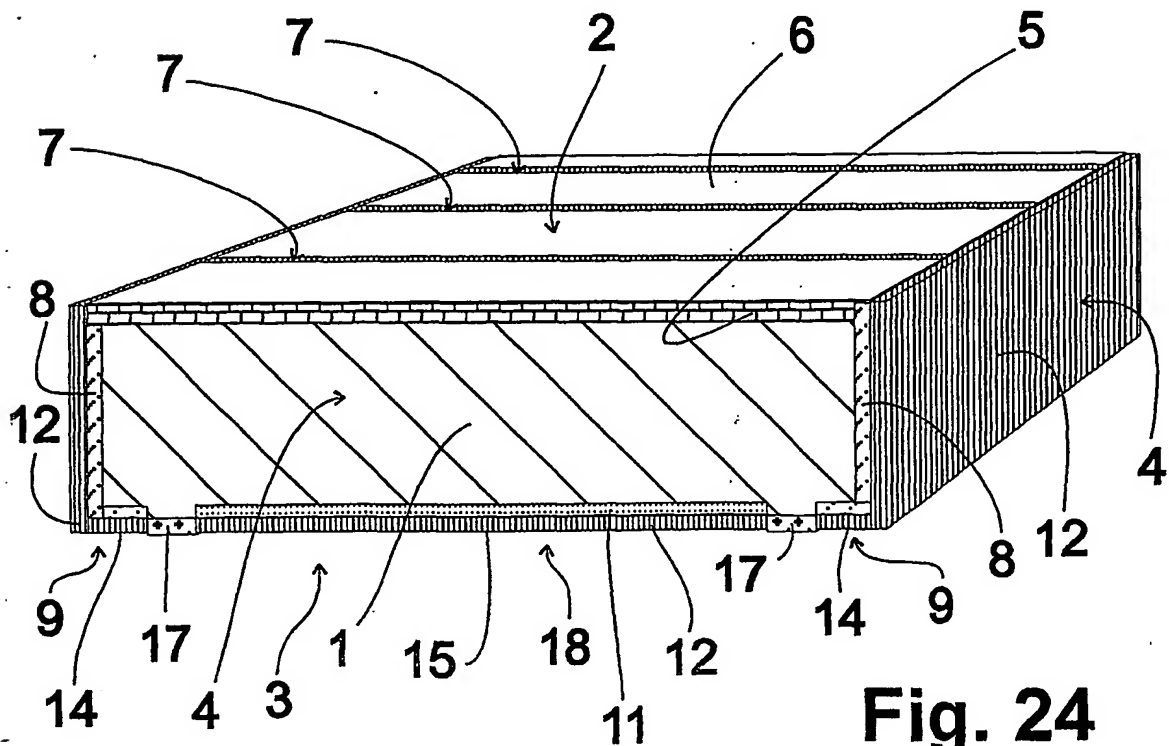


Fig. 22

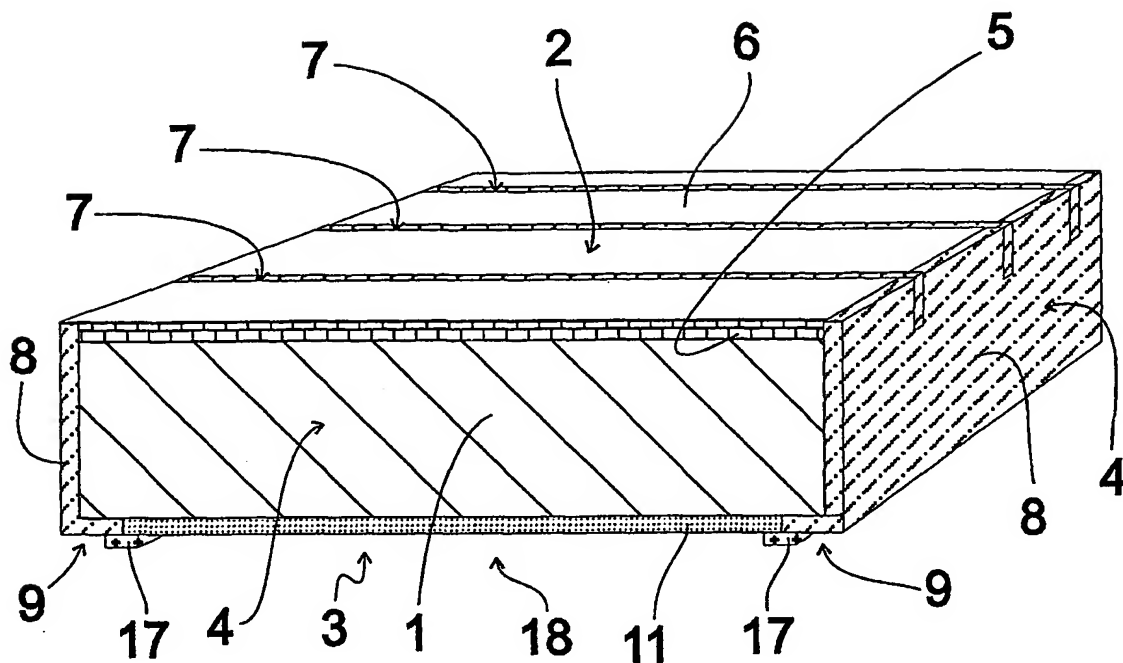




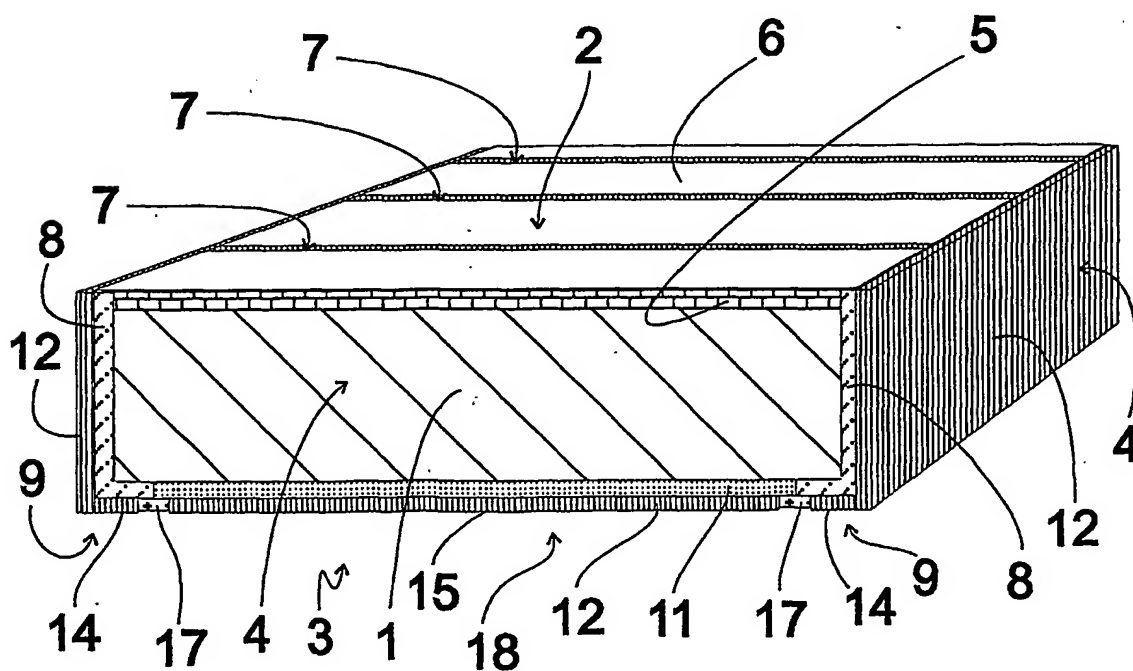
**Fig. 23**



**Fig. 24**



**Fig. 25**



**Fig. 26**